

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 03.11.00.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 10.05.02 Bulletin 02/19.

56 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

59 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

71 Demandeur(s) : CHARPENTIER JEAN NOEL — FR et  
COLIN BRUNO — FR.

72 Inventeur(s) : CHARPENTIER JEAN NOEL et COLIN  
BRUNO.

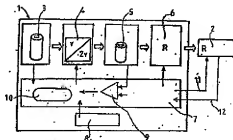
73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET LAURENT ET CHARRAS.

54 DISPOSITIF D'ALIMENTATION D'UN EQUIPEMENT ELECTRIQUE EN ENERGIE ELECTRIQUE CONTINUE.

57 Ce dispositif d'alimentation (1) d'un équipement élec-  
trique (2) en énergie électrique continue comprenant :

- au moins une pile au lithium (3),
- un condensateur (5), destiné à être chargé par le cou-  
rant électrique délivré par la pile (3);
- un organe élévateur de tension (4), propre à augmenter  
la tension de sortie disponible aux bornes de la pile (3), et  
monté entre celle-ci et le condensateur (5);
- un organe régulateur de tension (6), monté entre le  
condensateur (5) et l'équipement électrique (2), et destiné à  
alimenter ledit équipement en énergie électrique stockée  
dans le condensateur, en fonction du besoin en énergie de  
celui-ci.



**DISPOSITIF D'ALIMENTATION D'UN EQUIPEMENT ELECTRIQUE EN  
ENERGIE ELECTRIQUE CONTINUE.**

5 L'invention concerne un dispositif d'alimentation d'un équipement électrique en énergie électrique continue à partir d'une pile, et notamment d'une pile au lithium. Plus spécifiquement, elle vise un tel dispositif d'alimentation pour des équipements électrique nécessitant qu'une faible énergie électrique, mais qui exige cependant un certain niveau d'énergie, à des moments déterminés, tels que des équipements radio.

10 Elle est également davantage ciblée sur la mise en œuvre de piles au lithium.

Ces piles au lithium sont, à l'heure actuelle, les piles les plus appropriées pour des applications nécessitant une faible consommation pour des durées de vie élevées, pouvant typiquement aller jusqu'à dix ans, et en outre soumise à un environnement  
15 climatique sévère. Parmi ces piles au lithium, celles mettant en œuvre le chlorure de thionyle apparaissent être les plus performantes.

Elles sont, en effet, les seules à présenter des taux d'auto-décharge inférieurs à 2% par an, et à conjuguer à la fois une tension de sortie élevée (tension à vide de 3,6 Volts) et  
20 une forte énergie volumique, trois à cinq fois supérieure par rapport aux piles alcalines conventionnelles.

A titre surabondant, elles présentent une large plage de températures d'utilisation, pouvant aller de -55 °C à +85 °C en stockage, et de -55 °C à +100 °C en service.  
25 Cependant, leur capacité à fournir un courant dépend essentiellement du profil de la température d'utilisation.

De par leur technologie même, une résistance interne, due d'une part, à un phénomène de passivation apparaissant aux températures élevées, et d'autre part, à l'augmentation  
30 de la viscosité de l'électrolyte qu'elles contiennent aux faibles températures, limite de façon tout particulièrement sensible le courant maximum qu'elles peuvent fournir.

Une loi complexe régit les variations de cette résistance interne qui dépend à la fois du taux de décharge de la pile, du contexte climatique, ainsi que des cycles de  
35 consommation de cette pile.

Le phénomène de formation de la couche de passivation évoquée précédemment induisant une augmentation de la résistance interne, ne se produit pas de façon uniforme sur toutes les piles. Il est accentué lorsque les piles sont soumises à des températures élevées pendant des durées importantes. Il apparaît que l'importance de la formation de cette couche de passivation dépend fortement du profil du courant et du profil de la température d'utilisation. En effet, cette couche de passivation se détruit naturellement dès lors que la pile fournit du courant.

La chute de tension constatée en sortie de pile due à cette couche de passivation décroît dès qu'un courant est demandé à la pile, mais dans des proportions difficiles à déterminer.

La formation de cette couche de passivation n'est en outre pas directement liée au taux de décharge de la pile. En conséquence, la limitation du courant due à ce phénomène peut apparaître alors que la pile possède une réserve d'énergie encore importante.

De fait, cette passivation induit une incertitude quant à la durée de vie théorique de la pile.

S'agissant des conséquences de l'augmentation de la viscosité de l'électrolyte, on a démontré qu'il était difficile pour des piles au lithium de délivrer un courant aussi proche que possible du courant nominal aux basses températures, notamment inférieures à 0°C.

On constate en outre que dans certaines configurations climatiques, telles que des chocs thermiques, la pile peut être incapable de fournir simultanément la tension et le courant nécessaires. Ces dysfonctionnements de la pile sont relativement imprévisibles. Or, c'est un point critique, dans la mesure où il est important de pouvoir anticiper l'état de fatigue de la pile, lorsque celle-ci est intégrée dans des équipements électriques à durée de vie élevée, notamment lorsqu'elle nécessite des courants de pointe élevés (supérieurs à 20 milliampères).

Ces deux paramètres, à savoir l'effet de passivation et la viscosité de l'électrolyte ont également pour conséquence que la pile peut ne pas pouvoir fournir l'énergie dont elle dispose et qui peut être encore importante, se traduisant par une perte inutile.

L'objet de la présente invention est de s'affranchir de ces différents inconvénients, afin de palier l'imprévisibilité du fonctionnement de la pile, inhérent soit à la formation de la couche de passivation, soit aux variations de viscosité de l'électrolyte. L'invention consiste à ne pas utiliser directement le courant en provenance de la pile, mais à stocker celui-ci dans une réserve d'énergie, préalablement chargée par ladite pile à travers un courant bien inférieur à celui nécessaire pour le fonctionnement de l'équipement électrique à alimenter.

Selon une version évoluée de l'invention, le dispositif mesure également la résistance interne de la pile, afin de déterminer son taux de décharge et donc les mesures éventuelles à prendre.

Ce dispositif d'alimentation d'un équipement électrique en énergie électrique continue comprend :

- au moins une pile au lithium,
- un condensateur destiné à être chargé par le courant électrique délivré par la pile ;
- un organe propre à augmenter la tension de sortie de la pile, et monté entre celle-ci et le condensateur ;
- un organe régulateur de tension, monté entre le condensateur et l'équipement électrique, et destiné à alimenter ledit équipement en énergie électrique stockée dans le condensateur, en fonction du besoin en énergie de celui-ci.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, le dispositif comprend en outre un microprocesseur associé à une mémoire, également dénommé microcontrôleur, propre à recevoir un ou plusieurs logiciels, susceptible(s) de détecter le besoin en énergie de l'équipement électrique, et ainsi d'agir soit au niveau de la durée d'activation de l'organe d'élévation de la tension en sortie de pile, et donc sur la durée de la charge du condensateur, afin d'induire la charge du condensateur strictement nécessaire au besoin en énergie de l'équipement électrique.

L'organe destiné à augmenter la tension de sortie de la pile est typiquement constitué d'un doubleur de tension. Un tel doubleur de tension est connu en tant que tel, et est constitué d'un composant à pompe de charge à capacité commutée. Son avantage réside outre dans l'obtention d'un rendement proche de 1 (typiquement 0,98), également dans son coût de revient relativement bas.

Selon une caractéristique de l'invention, le courant de charge du condensateur est très inférieur au courant nominal susceptible d'être délivré par la pile et notamment de l'intensité maximum.

- 5 Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, le dispositif conforme à l'invention comporte un organe de mesure ou de détermination de la résistance interne de la pile, associé par ailleurs à un capteur de température, ces deux données étant susceptibles de conférer une grandeur correspondant à la résistance intrinsèque de la pile, ladite résistance intrinsèque étant comparée au niveau d'un comparateur intégré  
10 dans le microprocesseur à une résistance maximum, afin de déterminer l'état d'usure de la pile et partant, de bloquer, le cas échéant la charge du condensateur.

La manière dont l'invention peut être réalisée et les avantages qui en découlent, ressortiront mieux de l'exemple de réalisation qui suit, donné à titre indicatif et non  
15 limitatif à l'appui des figures annexées.

La figure 1 est une vue d'un synoptique du fonctionnement du dispositif d'alimentation conforme à l'invention.

La figure 2 est une vue d'un synoptique des fonctions du ou des logiciels intégrés dans un microprocesseur associé au dispositif conforme à l'invention.

- 20 La figure 3 est un schéma électrique du dispositif conforme à l'invention en version analogique.

La figure 4 est un schéma du dispositif conforme à l'invention en version numérique.

La figure 5 est un schéma électrique de l'équipement électrique, et en l'espèce de l'équipement radio à alimenter.

- 25 Le dispositif d'alimentation en énergie électrique continu selon l'invention porte la référence générale (1). Fondamentalement, il comporte une pile au lithium (3), aux bornes de laquelle est monté un doubleur de tension (4) du type à capacité commutée. Compte tenu du type d'équipement électrique à alimenter, à savoir un équipement  
30 radio, le choix d'une telle technologie s'avère tout à fait approprié compte tenu du fait que le courant de sortie nécessaire n'est pas très élevé (typiquement 50 milliampères)

Un doubleur de tension est connu en soi. Il est destiné à élever la tension de sortie de la pile, typiquement jusqu'au double de sa valeur, et à être branché aux bornes d'un  
35 condensateur (5).

Celui-ci présente une capacité relativement élevée, susceptible d'être ajustée en fonction du courant de sortie souhaité.

Il est associé à un régulateur de tension (6) qui, à son tour, est monté en série sur l'équipement électrique (2), constitué dans l'exemple décrit d'un équipement radio, muni d'un émetteur radiofréquence monodirectionnel auto-alimenté, dont la consommation moyenne est relativement faible, mais qui exige cependant, un certain niveau d'énergie lors des échanges radio.

Cet équipement électrique pourrait cependant être par exemple constitué d'un tout autre type de capteur.

Selon une caractéristique de l'invention, on adapte automatiquement la charge du condensateur (5) en fonction du besoin en énergie électrique à délivrer au niveau de l'équipement électrique (2).

Pour ce faire, on munit le dispositif d'alimentation électrique (1) d'un microprocesseur (7) associé à une mémoire, ou microcontrôleur, susceptible de stocker un ou plusieurs logiciels, permettant d'assurer cette fonction de régulation, par ailleurs illustrée par la cinématique d'échanges en relation avec la figure 2, et décrite ci-après plus en détail.

Ainsi, l'équipement électrique (2), connecté avec le microcontrôleur (7) émet sur requête de ce dernier, son besoin en alimentation, matérialisé par la flèche (12).

Le microcontrôleur (7) va donc alimenter le doubleur de tension (4) d'alimentation du condensateur (5), de telle sorte à assurer au niveau de celui-ci une charge correspondante strictement à l'énergie nécessaire.

En tout état de cause, le courant de charge du condensateur est fixé à une valeur bien inférieure au courant maximum qu'est susceptible de délivrer la pile (3) et ce, dans un souci de minimiser la chute de tension en sortie de la pile due à sa résistance interne.

Corollairement, le fait de charger le condensateur (5) à travers un doubleur de tension (4) permet d'emmagasiner une capacité d'énergie plus importante. Il permet ainsi l'utilisation de condensateur électrochimique standard, qui présente, de manière connue, des courants de fuite bien moins élevés que les condensateurs répondant à la technologie SUPERCAP, elle-même basée sur la mise en oeuvre de particules de carbone actives et une solution d'acide sulfurique faisant fonction d'électrolyte.

Par ailleurs, ce type de condensateur s'avère d'un prix de revient nettement plus élevé, et présente en outre, un courant de décharge également relativement important compte tenu du courant nécessaire dans la présente application, à savoir, quelques dizaines de milliampères.

5

Ce faisant, la durée pendant laquelle le dispositif d'alimentation (1) fournit le courant électrique demandé avec le niveau de tension requis s'en trouve considérablement augmentée.

- 10 Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, on munit le dispositif d'un système de détection de l'usure de la pile.

En effet, la fin de vie de la pile correspond à un taux de décharge critique de celle-ci, et peut être détectée par une valeur élevée de sa résistance interne. Comme cependant,

- 15 ainsi que déjà dit, celle-ci évolue en fonction de la température, on munit le dispositif d'un capteur de température (8), relié au microprocesseur (7) afin de mesurer la température lors des mesures effectuées de la résistance interne.

La résistance interne de la pile est déduite directement de la durée de charge du condensateur, qui est directement proportionnelle à la résistance série totale, incluant la résistance interne de la pile.

20

En associant cette donnée avec le capteur de température, et en mettant en œuvre soit un logiciel, soit des tables de valeur préétablies (par le constructeur des piles), on dispose d'une valeur de la résistance interne de la pile, que l'on compare à une résistance maximum fixée en fonction des caractéristiques connues de la pile, au niveau d'un comparateur (9), également intégré au sein d'un microprocesseur (7).

25

Ces tables fournissent en effet la résistance interne de la pile en fonction de la température d'utilisation à des taux de décharge donnés. Elles sont stockées dans la mémoire du microcontrôleur (7). Ainsi, lors de la charge du condensateur, le microcontrôleur dispose des informations relatives à la température et à la résistance interne, de sorte qu'il peut en déduire le taux de décharge de la pile. Cette fonction constitue la logique de contrôle et de surveillance (10) intégrée dans le dispositif d'alimentation.

30  
35

Si la pile est effectivement usée, l'information correspondante est diffusée au niveau de l'équipement radio (2), matérialisé par la flèche (11), information qu'il est susceptible de relayer, lorsqu'il dispose effectivement d'un équipement radiofréquence au niveau d'un centre serveur délocalisé par exemple.

5

Un tel principe de fonctionnement demande à l'équipement à alimenter d'anticiper la demande en énergie. Il l'effectue en tenant compte d'une information supplémentaire, constituée par la détermination de la durée de charge du condensateur lors de l'opération précédente, c'est à dire, lors de l'alimentation précédente en électricité. En effet, la gestion de la charge du condensateur doit être anticipée par l'équipement radio (2) à alimenter, de telle sorte à disposer de l'énergie disponible au moment voulu. Cette anticipation tient compte des paramètres suivants :

10

- durée d'alimentation de l'équipement radio ;
- consommation électrique de l'équipement radio ;
- 15 • résistance interne de la pile.

Les deux premiers paramètres sont connus par l'équipement électrique demandeur d'énergie. Le dernier est déterminé lors de la charge précédente par le dispositif d'alimentation en énergie électrique et est indiqué à l'équipement électrique à alimenter lorsque ce dernier est informé que l'énergie demandée est disponible.

20

On a représenté en relation avec la figure 2 les fonctions logicielles mises en œuvre au sein du dispositif d'alimentation conforme à l'invention.

25 La colonne de gauche correspond aux fonctions gérées par l'équipement (2), la colonne de droite correspond aux fonctions gérées au niveau du dispositif d'alimentation, et la colonne intermédiaire représente les différentes actions et échanges d'informations intervenant entre l'équipement et le dispositif d'alimentation.

30 Ainsi, l'équipement (2), sur requête, émet une anticipation de besoin en énergie. Cette anticipation se traduit par une demande en énergie, ainsi que la fourniture du paramètre relatif à l'énergie désirée, à savoir la durée d'alimentation en énergie. Il convient en effet de noter que la tension est fixée par le régulateur de tension (6), par ailleurs dimensionné pour fournir le courant maximum qu'est susceptible de demander  
35 l'équipement radio (2).



Le dispositif d'alimentation, par le biais du microcontrôleur (7), induit une adaptation de la tension de charge du condensateur en fonction de cette énergie souhaitée, en agissant sur le doubleur de tension (4).

- 5 La charge du condensateur va atteindre une valeur calculée par le microcontrôleur (7). Il est également effectué une mesure de la durée de la charge, et de la détermination du taux d'usure de la pile.

- 10 L'information « énergie disponible », « temps de charge réalisé lors de l'opération précédente » et une information représentative du taux d'usure de la pile sont alors transmises au niveau de l'équipement (2).

- Au niveau de l'équipement électrique, celui-ci émet une attente de validation de besoin d'énergie, se traduisant par l'autorisation d'alimentation, dirigée vers le  
15 microprocesseur, et engendrant la mise en fonction du régulateur de tension (6), et partant la mise à disposition effective de l'énergie disponible au niveau de l'équipement.

- Lorsque l'énergie délivrée a été utilisée, cela induit un arrêt d'alimentation qui met  
20 hors fonction le régulateur de tension (Cf figure 4 illustrant un exemple d'échange physique entre l'équipement (2) à alimenter et le dispositif de gestion d'énergie. Cet échange est réalisé au moyen d'un bus série synchrone (tel que par exemple le type I2C).

- 25 On a représenté au sein de cette figure 4 la partie numérique du dispositif de gestion d'énergie électrique. Dans cette forme de réalisation de l'invention, le microcontrôleur (7) dialogue avec l'équipement électrique à alimenter par l'intermédiaire d'un bus I2C (liaison numérique synchrone). Un amplificateur opérationnel permet d'une part, de ramener la tension mesurée par le microcontrôleur (image de la tension de charge du  
30 condensateur) entre 0 et  $V_{num}$ , et d'autre part, d'obtenir une impédance élevée en entrée dudit amplificateur, afin de ne pas décharger le condensateur.

Le capteur de température représenté sur cette figure est un circuit intégré dialoguant également en bus I2C.

35

Il ressort du dispositif d'alimentation selon l'invention un certain nombre d'avantages :

- Tout d'abord, on observe une augmentation significative de la durée de vie de la pile. En effet, notamment lorsque le dispositif d'alimentation est soumis à des contraintes climatiques sévères, le dispositif permet d'optimiser la conservation de la pile en adaptant la tension de charge ainsi que la durée de charge du condensateur en fonction des besoins en courant du système alimenté ;
- Par ailleurs, le dispositif permet également de déterminer la fin de vie de la pile. Cette information constitue un élément essentiel dans les systèmes auto-alimentés, du type des capteurs munis du dispositif radiofréquence. Il facilite ainsi grandement la maintenance de tels produits ;
- 10 • Enfin, d'un point de vue coût, le prix de revient d'un condensateur électrochimique mis en œuvre dans ce type de dispositif s'avère largement inférieur à ceux traditionnellement utilisés pour ce genre d'application, réduisant d'autant les coûts totaux d'un tel dispositif. Par ailleurs, la mise en œuvre d'un tel condensateur est rendu possible de par l'utilisation du doubleur de tension, permettant ainsi au
- 15 condensateur d'emmagasiner deux fois plus d'énergie.

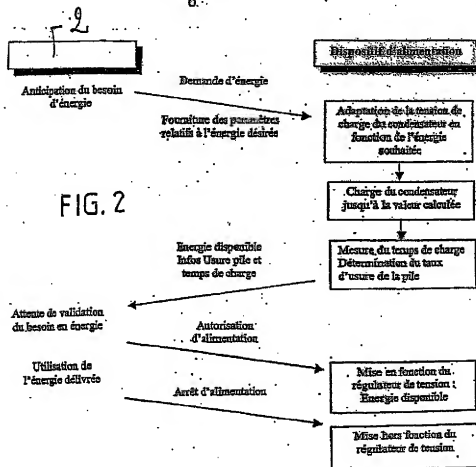
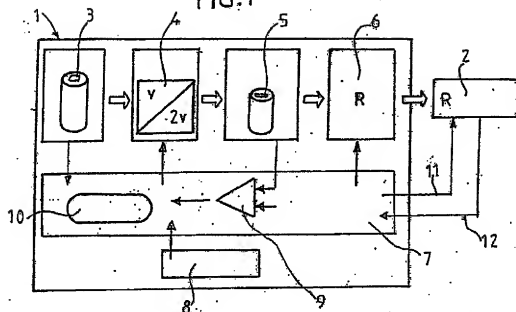
### REVENDECATIONS

1. Dispositif d'alimentation (1) d'un équipement électrique (2) en énergie électrique continue comprenant :
  - au moins une pile au lithium (3),
  - 5 • un condensateur (5), destiné à être chargé par le courant électrique délivré par la pile (3) ;
  - un organe élévateur de tension (4), propre à augmenter la tension de sortie disponible aux bornes de la pile (3), et monté entre celle-ci et le condensateur (5) ;
  - 10 • un organe régulateur de tension (6), monté entre le condensateur (5) et l'équipement électrique (2), et destiné à alimenter ledit équipement électrique stockée dans le condensateur, en fonction du besoin en énergie de celui-ci.
- 15 2. Dispositif d'alimentation (1) d'un équipement électrique (2) en énergie électrique continue selon la revendication 1, *caractérisé* en ce qu'il comprend en outre un microprocesseur associé à une mémoire (7) ou microcontrôleur, propre à recevoir un ou plusieurs logiciels, susceptible(s) de détecter le besoin en énergie de l'équipement électrique (2), et ainsi d'agir au niveau de la durée  
20 d'activation de l'organe d'élévation de la tension (4) en sortie de pile (3), afin d'induire la charge du condensateur strictement nécessaire au besoin en énergie de l'équipement électrique (2).
- 25 3. Dispositif d'alimentation (1) d'un équipement électrique (2) en énergie électrique continue selon l'une des revendications 1 et 2, *caractérisé* en ce que l'organe élévateur de tension (4) est constitué d'un doubleur de tension.
- 30 4. Dispositif d'alimentation (1) d'un équipement électrique (2) en énergie électrique continue selon l'une des revendications 1 à 3, *caractérisé* en ce que l'organe élévateur de tension (4) est régulé de telle sorte que le courant de charge du condensateur (5) est très inférieur au courant nominal susceptible d'être délivré par la pile (3).
- 35 5. Dispositif d'alimentation (1) d'un équipement électrique (2) en énergie électrique continue selon l'une des revendications 1 à 4, *caractérisé* en ce qu'il comporte en outre des moyens pour mesurer ou déterminer la résistance interne de la pile (3), lesdits moyens étant gérés par le microcontrôleur (7).

6. Dispositif d'alimentation (1) d'un équipement électrique (2) en énergie électrique continue selon la revendication 5, *caractérisé* en ce qu'il comporte un capteur de température (8), connecté au microcontrôleur (7).
- 5 7. Dispositif d'alimentation (1) d'un équipement électrique (2) en énergie électrique continue selon l'une des revendications 1 à 6, *caractérisé* en ce qu'il comporte des moyens pour mesurer la durée de la charge du condensateur, l'information en résultant étant gérée par le microcontrôleur (7).
- 10 8. Dispositif d'alimentation (1) d'un équipement électrique (2) en énergie électrique continue selon l'une des revendications 1 à 7, *caractérisé* en ce que l'équipement électrique est un équipement radio.

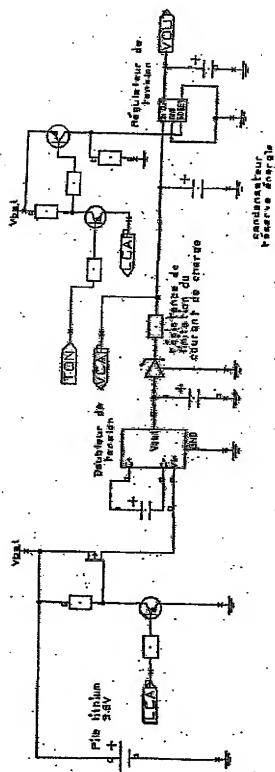
1/3

FIG. 1



2/3

FIG.3



3/3

FIG. 4

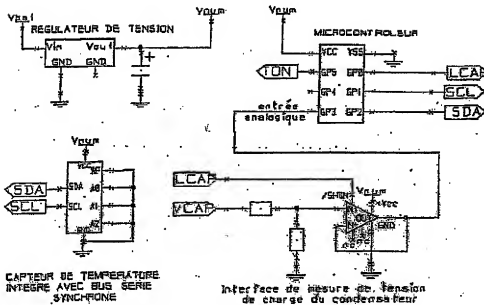
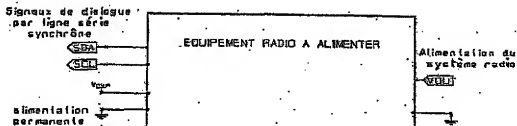


FIG. 5





INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

# RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

2816463

N° d'enregistrement  
national

FA 593783  
FR 0014098

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	EP 0 944 160 A (ERICSSON TELEFON AB L M) 22 septembre 1999 (1999-09-22) * abrégé * * colonne 3, ligne 7 - ligne 28 * * colonne 4, ligne 49 - ligne 50 * * figure 1 *	1-8	H02M3/06 H02M3/156 H02J7/00
A	EP 0 657 985 A (CSEE DEFENSE) 14 juin 1995 (1995-06-14) * abrégé * * colonne 4 * * page 2 *	1-8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (INCL. 7)
			H02J
Date d'échéance de la recherche		Examineur	
31 juillet 2001		Marannino, E.	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
<p>X : particulièrement pertinent à lui seul  Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie  A : arrière-plan technologique  O : divulgation non écrite  P : document intermédiaire</p>			
<p>Y : théorie ou principe à la base de l'invention  E : document de brevet bédicant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.  D : cité dans la demande  L : cité pour d'autres raisons</p>			
<p>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			